

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-098340

(43)Date of publication of application : 08.04.1997

(51)Int.Cl.

H04N 5/243

(21)Application number : 07-253708

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 29.09.1995

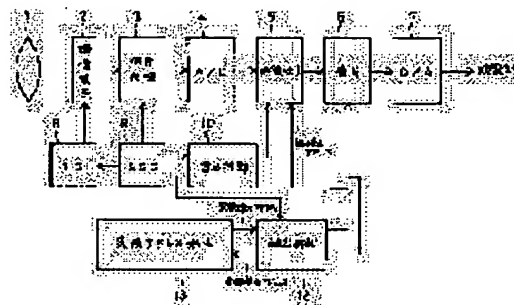
(72)Inventor : HARUKI TOSHINOBU

(54) IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To minimize the deterioration in the resolution by not only extending distortion singly according to a theoretical equation but also conducting image reduction conversion at the same time in the case of executing distortion correction so as to bring lots of image pickup information to a valid area.

SOLUTION: In the case of reading an image based on a correction coefficient corresponding to distortion by an optical system 1, read position from an image memory 5 is changed and distortion correction is executed. Then an address generating circuit 13 reduces an image pickup pattern into a prescribed size by an electronic zoom function. The read address is returned to a read control circuit 12. Furthermore, image data stored in the image memory 5 are stored for each picture element of an image pickup element 2 with respect to a video signal, or data may be stored for each picture element group consisting of plural picture elements. Thus, when the same pattern as the reduced image is displayed by conventional correction only, by validating image data of a region having been aborted in a conventional device, the resolution is improved by image data in validated parts in the aborted area.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.01.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.02.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(11)特許出願公開番号

特開平9-98340

(43)公開日 平成9年(1997)4月8日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H04N 5/243

H04N 5/243

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平7-253708

(22)出願日 平成7年(1995)9月29日

(71)出國人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 究明者 春木 俊宣

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

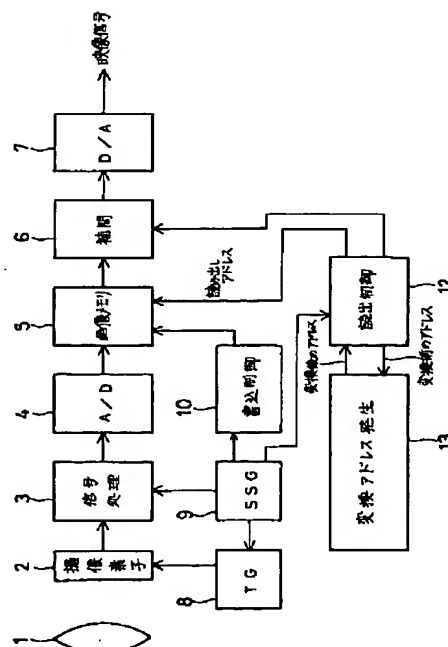
(74) 代理人 弁理士 安富 耕二

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57)【要約】

【目的】 歪み補正を実行するに際して、単に理論式通りに歪み分を伸長させるだけでなく、更に電子ズームにより縮小を加えることで、歪み補正により失われる画像情報を最小限に抑え、画像の劣化を防止する。

〔構成〕 画素または画素群の撮像素子上での位置から得られる光学系による歪みに対応した補正係数に基づいて、読み出し時に画像メモリ５からの読み出し位置を変更して歪み補正を実行した後に電子ズームにより所定の大きさに撮像画面を縮小する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学系を経た被写体光を受けて画像信号を出力する撮像素子と、

該画像信号を記憶する記憶手段と、

該記憶手段に対する前記画像信号の書き込み、または読み出し制御によって、前記光学系による歪みに対応した補正を行うようにした撮像装置において、

画素または画素群の前記撮像素子上での位置から得られる前記光学系による歪みに対応した補正係数に基づいて読み出し時に記憶手段からの読み出し位置を変更して歪み補正を実行すると共に電子ズームにより所定の大きさに撮像画面を縮小することを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 光学系を経た被写体光を受けて画像信号を出力する撮像素子と、

書き込み時に画素または画素群の前記撮像素子上での位置毎にアドレスを付与して前記画像信号を画像データとして記憶手段に書き込み、読み出し時に画素または画素群毎に対応するアドレスを指定して前記記憶手段から画像データを読み出す書込／読出制御手段と、

画素または画素群の前記撮像素子上での位置から得られる光学系の歪みに対する補正係数に基づいて読み出し時の指定すべきアドレスを変換するアドレス変換手段とを備え、

前記撮像素子の上下左右の四辺の内、撮像素子の光学中心に最も近い点A'のアドレスに該アドレス変換手段による変換後のアドレスが該当する元の点Aと前記点A'とのアドレスが一致するように前記補正係数を設定することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、撮像装置に関し、特に光学系の歪みの補正機能を有する撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、電子スチルカメラやビデオカメラに用いられる光学レンズは様々な収差を持つ。歪曲収差（以下、光学歪みと称する）はその一つで、図3及び図4に示すように、本来破線の位置に来るべき像が、光学系の歪みの結果、実線の位置に結像している。

【0003】ここで、歪みには図3に示すように各辺が内側に湾曲した「糸巻き型」と、図4に示すように各辺が外側に湾曲した「たる型」の2種類があるが、これらは歪みの符号が異なるだけで本質的には同一のものである。

【0004】このような光学歪みを伴う映像信号の歪みを補正する補正処理としては、映像信号をデジタル信号に変換して画像メモリに書き込み、歪みに応じて読み出しアドレスをずらして読み出すことにより画像メモリ上で光学歪みを補正する方法がある。例えば、図5において、光学レンズによる歪みがなければ、画像メモリに破線のように記憶されるべき格子状の画像が光学歪みに

より実線のように記憶されているとする。この画像データを画像メモリから読み出す時に、点M1を読み出すべきタイミングに点m1に記憶されている画像データを、点M2を読み出すべきタイミングに点m2に記憶されている画像データを、同様に点M3を読み出すべきタイミングに点m3に記憶されている画像データを読み出す。こうすることにより実線で示す歪んだ画像は、破線で示す歪みのない元の格子状の画像として読み出され、光学歪みが補正される。

10 【0005】このような歪み補正の具体的な方法について、特開平6-153065号公報（H04N5/235）に一例が提案されている。図2はこのような補正法を用いた撮像装置のブロック図である。この図2について以下に簡単に説明する。

【0006】光学レンズ1を通過した光は、撮像素子2上に結像する。この像は撮像素子2から電気信号として取り出され、信号処理回路3で映像信号に変換された後、A/D変換器4にてA/D変換され、デジタル画像データとして画像メモリ5に記憶される。

20 【0007】SSG回路9は撮像装置の基準タイミング信号を発生し、TG回路（タイミングジェネレータ）8、信号処理回路3、書き込み制御回路10及び読み出し制御回路12に送出する。TG回路8はSSG回路9からの基準タイミング信号を基に撮像素子2の駆動制御信号を作成して撮像素子2に供給し、撮像素子2はこの駆動制御信号により光電変換出力を順次出力する。

30 【0008】画像メモリ5への画像データの書き込みは、書き込み制御回路10によって制御され、ここでは撮像面内の位置によって決まる所定のアドレスに各画素の画像情報が格納される。尚、ここで撮像素子上の光軸、つまり光学中心から相対距離r離れた点Pに結像すべき点が光学歪みにより相対距離r'の点P'に結像している場合、点Pについては撮像素子上の光軸にあたるメモリの中心座標から水平方向にx画素、垂直方向にy画素の位置を示すアドレスに該当し、点P'については水平方向にx'画素、垂直方向にはy'画素の位置を示すアドレスに該当する。

40 【0009】一方、図6に黒点で示す撮像面上の光軸である光学中心Mから、距離rの点Pに結像すべき像が歪みによって距離r'の点P'に結像するとき、点Pでの歪み率D(%)は、

$$D = (r' - r) / r \times 100 \cdots (1)$$

で定義される。Dは光学中心からの距離の関数であり、焦点距離fにより特性が変動するが、距離rが大きくなるに連れて大きくなるので、一般にcを焦点距離により決定する定数とすると、

$$D = c \times r^2 \cdots (2)$$

で近似できる。ゆえに式(1)(2)より、

$$r' = r(1 + C \cdot r^2) \cdots (3)$$

50 （但し、 $C = c / 100$ ）となる。この式(3)から点

P' は、点Pより $(1+C \cdot r_2)$ 倍、中心から離れて
いると考えられ、夫々の水平、垂直方向の距離も $(1 +$
 $C \cdot r_2)$ 倍離れているということになり、撮像面内の *

$$x' = x (1 + C \cdot r_2) = x \{1 + C \cdot (x_2 + y_2)\} \cdots (4)$$

$$y' = y (1 + C \cdot r_2) = y \{1 + C \cdot (x_2 + y_2)\} \cdots (5)$$

なる点P' (x', y') に結像することになる。

【0010】そこで、従来技術では、読み出し制御回路
12が点Pを読み出すときに、この点Pに該当する読み
出しアドレスを歪逆変換アドレス発生回路11に送る。
この歪逆変換アドレス発生回路11では、上記演算を行
って点P' に該当する読み出しアドレスに変換し、この
変換後のアドレスを読み出し制御回路12に戻し、この
アドレスを正式の読み出しアドレスとし、これにより画
像メモリ5上で点P' の画像データを読み出す。これに
より、歪みの補正が実行されることになる。尚、点P'
の座標位置が整数とはならない場合には、読み出される
アドレスは、この座標位置に近接する前後のアドレスと
なり、これらのアドレスに記憶された画像データが読み
出され、この小数点以下の座標情報を補うため、補間回
路6で隣接アドレスでの画像データで平均等の補間を行
う。補間されたデータはD/A変換器7でアナログ信号
に変換され出力される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】「たる型」歪みの場合
には、図4の破線で示す領域に結像すべき光が、実線で
示される撮像素子の範囲内に結像している。これを前記
従来技術を用いて補正した場合には、図4の実線で示す
たる型の領域を破線の長方形に伸長することになり、同
図でハッチングを施した領域の撮像情報を捨てることにな
る。これは、画像の解像度を確保する上で不利にな
る。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、画素または画
素群の撮像素子上での位置から得られる光学系による歪
みに対応した補正係数に基づいて、読み出し時に記憶手
段からの読み出し位置を変更して歪み補正を実行した後
に、電子ズームにより撮像画面を縮小することを特徴と
する。

【0013】特に、画素または画素群毎に対応するアド
レスを指定して記憶手段から画像データを読み出す際

$$Da = (ra' - ra) / ra \times 100 \cdots (6)$$

となり、縮小変換での縮小率bは $b = ra / ra'$ とし
て、縮小率bは、

$$b = 1 / (1 + Da / 100) \cdots (7)$$

と決められる。

【0019】このように算出された縮小率bでの縮小に
より撮像面上での座標(X, Y)に移される元の点の座★

$$xt = b \cdot X \{1 + C \cdot b^2 (X_2 + Y_2)\} \cdots (10)$$

$$yt = b \cdot Y \{1 + C \cdot b^2 (X_2 + Y_2)\} \cdots (11)$$

となる。

* 位置をxy座標で表すと、点P (x, y) の像が実際に
は、

※に、画素または画素群の撮像素子上での位置から得られ
る光学系の歪みに対する補正係数に基づいて読み出し時
の指定すべきアドレスを変換するアドレス変換手段を備
え、このアドレス変換手段による変換後のアドレスが撮
像素子の上下左右の四辺の内、撮像素子の光学中心に最
も近い点A' のアドレスとなる元の点Aと前記点A' と
が一致するように補正係数を設定することを特徴とす
る。

【0014】

【作用】本発明は上述のように構成したので、従来の歪
み補正では失われていた撮像情報の多くが、画像の縮小
変換を同時に行うことで有効領域に入り、解像度の低下
を最低限に抑えることができる。

【0015】

20 【実施例】以下、図面に従い本発明の一実施例について
説明する。尚、前述の従来技術と同一部分には同一符号
を付して説明を割愛する。

【0016】図1は本実施例による撮像装置のブロック
図である。図2の従来例との相違点は、歪逆変換アドレ
ス発生回路11に代えて変換アドレス発生回路13を配
置した点である。

【0017】この変換アドレス発生回路13では、歪逆
変換アドレス発生回路11で実行された歪逆変換作業に
加えて電子的なズーム機能により縮小変換作業が実行さ
れる。即ち、点Pが点P' に歪んでいる場合に、所定の
縮小率で点Pを縮小した点Qでの画像データの読み出し
タイミングにて、点P' での画素の画像データを出力さ
せるように、画像メモリの読み出しアドレスを変更す
る。

【0018】即ち、図6に示す光学中心Mに対して、上
下左右の四辺の内、最も近い一辺とこの一辺に対して光
学中心Mから引いた垂線との交点A' に注目し、歪みに
よって点A' (中心Mから距離が ra') に移動する、
元の点A (中心Mから距離が ra) での歪率を Da

※40 (%)とすると、式(1)より

★標(x'', y'')は、

$$x'' = b \cdot X \cdots (8)$$

$$y'' = b \cdot Y \cdots (9)$$

となる。また前述の歪み補正により座標(x'', y'')
に伸長された元の座標(xt, yt)は、式(4)(5)
より、

50 【0020】従って、読み出し制御回路12により画像

メモリ5から撮像面上の点(X, Y)での画像データを読み出すべきタイミングにおいて、点(X, Y)に対応するアドレスを指定するのではなく、点(xt, yt)に対応するアドレスを指定することにより歪み補正及び縮小が実行された画像データが点(X, Y)での画像データとして画像メモリ5から読み出されることになる。*

$$x_{at} = b \cdot x_a \{1 + C \cdot b^2 (x_a^2 + y_a^2)\} \quad \dots (12)$$

$$y_{at} = b \cdot y_a \{1 + C \cdot b^2 (y_a^2 + x_a^2)\} \quad \dots (13)$$

となる。

【0022】図4に示す点Aと点A'と光学中心との距※10 ので、

$$x_{at} = (r_a / r_{a'}) \cdot x_a (1 + C \cdot r_a^2) \quad \dots (14)$$

$$y_{at} = (r_a / r_{a'}) \cdot y_a (1 + C \cdot r_a^2) \quad \dots (15)$$

となり、また式(3)より

$$1 + C \cdot r_a^2 = r_{a'} / r_a$$

であるゆえに、

$$x_{at} = x_a$$

$$y_{at} = y_a$$

となって、点A'はこの変換で不動であることになる。

【0023】このことから、本来有効撮像領域には存在しない点Aの画素が、歪みによって有効撮像領域の端縁部の点A'に現れている場合に、従来例と同様の歪み補正を実行すると、点Aに伸長され、これを前述の縮小率bで縮小すれば元の点A'に戻すことができることになる。

【0024】これにより、図7に示すように逆変換により一点鎖線にまで伸長されたハッチングの領域R(従来は歪み補正に伴う伸長により捨てられていた領域)の画像データの内、2点鎖線で示す長方形の領域Sを設定して、この領域Sを長方形の有効撮像領域Uまで電子的なズームにより縮小したことになり、領域R内の多くの画像データを撮像有効領域U内に位置させることになり、実質的に無効になる画像データは図8の斜線の領域の画像データのみとなる。

【0025】次に、実際のアドレスの変換方法を図9を参照にして更に詳述する。図9には、上述の歪み補正及び縮小変換を実行する読み出しアドレスを発生するための変換アドレス発生回路13の構成例が開示されている。読み出し制御回路12内のHカウンタ30からは水平方向の読み出しタイミングアドレスが、Vカウンタ31からは垂直方向の読み出しタイミングアドレスが発生 40 される。画像メモリ5の読み出しタイミングは、テレビ★

$$x_{nt} = b \cdot (x_n - X_0) \cdot [1 + C \cdot b^2 \{(x_n - X_0)^2 + (y_n - Y_0)^2\}] + X_0$$

$$y_{nt} = b \cdot (y_n - Y_0) \cdot [1 + C \cdot b^2 \{(x_n - X_0)^2 + (y_n - Y_0)^2\}] + Y_0$$

この結果が変換アドレス発生回路13から読み出し制御回路12に戻される。

【0029】尚、H及びVカウンタ30、31は、SSG回路9から出力される基準タイミング信号をクロック信号としてカウントする。

【0030】ところで、変換アドレス発生回路13から得られる読み出し制御回路12に戻される変換後のアド 50

*【0021】このように逆変換及び縮小変換を施すことにより、図6の撮像画面上の点A(xa, ya)の画像データを読み出すべきタイミングで読み出される画像データの座標位置(xat, yat)は、光軸中心を原点とする座標系において、

※離ra, ra'を使って、縮小率bは $b = r_a / r_{a'}$ となる

★ジョンの走査と同じで左上から右下に読み出す。座標系を図9(A)のように設定すると、左上が原点(0, 0)、右下が(2X0, 2Y0)で中心が(X0, Y0)となる。

【0026】式(10)、(11)は画像メモリ5の中心座標を原点と考えているのに対して、Hレジスタ30とVレジスタ31から供給される読み出しタイミングアドレスは、同図(A)のように左上が原点となっている。従って、この供給されたアドレスが中心座標アドレス(X0, Y0)からの距離情報となるように、原点を移動させる必要がある。原点移動部32はこのような原点移動を実行するもので、Hカウンタ30とVカウンタ31からのアドレス値からそれぞれ中心座標X0, Y0をそれぞれ減じる減算器33、34から成る。この原点移動処理の結果、座標系は同図(B)に示すものとなる。

【0027】こうして座標系が変更された上で、演算部35にて式10及び式11の演算が実行され、変換後のアドレスが算出される。このアドレスはあくまでも原点を光軸中心とした座標上のものであるもので、再び原点移動部36にて加算器37、38によりxt, ytの値にそれぞれX0, Y0を加算することで座標を(C)に示すように元に戻すことになる。

【0028】従って、例えば、Hカウンタ30から水平方向のアドレスとしてxnが出力され、Vカウンタ31から垂直方向のアドレスとしてynが出力され、撮像画面の(xn, yn)の点の画像データを読み出すタイミングにおいては、読み出すべき水平方向のアドレスxn、垂直方向のアドレスynは、それぞれ次の様にアドレスxtn, ytnに変換される。

レスはx座標、y座標共に整数でなければならないが、実際にはいずれか一方あるいは両方の座標が整数とならない場合もある。そこで、隣接の画素での画像データによる補間が必要となる。この補間作業を実行するために、画像メモリ5の後段に補間回路6が挿入され、また、読み出し制御回路12の読み出しアドレス設定回路60では、変換後のアドレスを基に補間作業用の整数化

7

された読み出しアドレスが作成される。即ち、変換後のアドレスが (xnt, ynt) であれば、補完用読み出しアドレスとして、

$(INT(xnt), INT(ynt))$
 $(INT(xnt)+1, INT(ynt))$
 $(INT(xnt), INT(ynt)+1)$ *

$(INT(7.3), INT(16.6)) = (7, 16)$

$(INT(7.3)+1, INT(16.6)) = (8, 16)$

$(INT(7.3), INT(16.6)+1) = (7, 17)$

$(INT(7.3)+1, INT(16.6)+1) = (8, 17)$

となる。このように変換後のアドレスに該当する位置を囲む4点の位置に該当するアドレスが4個の読み出しアドレスとなり、これらの4個の読み出しアドレスが高速*

$(INT(xnt), INT(ynt))$ での画像データをD1

$(INT(xnt)+1, INT(ynt))$ での画像データをD2

$(INT(xnt), INT(ynt)+1)$ での画像データをD3

$(INT(xnt)+1, INT(ynt)+1)$ での画像データをD4

として読み出し、これらの4データを補間回路6に入力する。

【0031】一方、変換後のアドレスは、読み出し制御回路60の係数算出回路61にも戻され、ここで、補間のための係数の算出が実行される。この係数とは $g = xnt - INT(xnt)$ 、 $h = ynt - INT(ynt)$ で算出される、 g 、 h の2係数であり、変換後のアドレスが4個の読み出しアドレスとどのような位置関係にあるかを示すものであり、これらの2係数 g 、 h は補間回路に直接供給される。

【0032】補間回路は4個の読み出しアドレスからの4個の画像データD1、D2、D3、D4と2個の係数★

$$DM1 = D1 \times (1-g) + D2 \times g \quad \dots (16)$$

$$DM2 = D3 \times (1-g) + D4 \times g \quad \dots (17)$$

次に、点P1及び点P2での画像データより、 $D = DM1 \times (1-h) + DM2 \times h$ により変換後のアドレス (xnt, ynt) での画像データDが補間されて算出されることになる。

【0034】即ち、前述の例の $(xnt, ynt) = (7.3, 16.6)$ の場合、図10に示すように $(7, 16)$ と $(8, 16)$ の2点に於て、 $(7.3, 16.6)$ と x 方向が等しい点 $(7.3, 16)$ が $DM1 = D1 \times 0.7 + D2 \times 0.3$ にて算出される。同様に、点 $(7.3, 17)$ の画像データが $DM2 = D3 \times 0.7 + D4 \times 0.3$ にて算出される。

【0035】次に、 $D = DM1 \times 0.4 + DM2 \times 0.6$ にて $(7.3, 16.6)$ の画像データが算出される。こうして補間により算出された画像データが後段のD/A変換器7に出力される。

【0036】このように、 (xn, yn) のアドレスの画像情報を読み出すタイミングにおいて、歪逆変換及び縮小による、 (xnt, ynt) のアドレスでの画像情報を読み出す必要があるが、 xnt 、 ynt が整数でな

8

* $(INT(xnt)+1, INT(ynt)+1)$

の4個の読み出しアドレスを作成する。ここで、INTは後続するカッコ内の数値の小数点以下を切り捨てる関数であり、例えば、 (xnt, ynt) が $(7.3, 16.6)$ とすると、4個の読み出しアドレスは、

※で画像メモリ5より各アドレスの画像データを読み出し、

★ g 、 h を用いて、次のように補間が実行される。まず、 $(INT(xnt), INT(ynt))$ 及び $(INT(xnt)+1, INT(ynt))$ での間において、 (xnt, ynt) と x 方向が同一の点P1での位置の画像データDM1を補間し、同様に $(INT(xnt), INT(ynt)+1)$ 及び $(INT(xnt)+1, INT(ynt)+1)$ での間において、 (xnt, ynt) と x 方向が同一の点P2での位置の画像データDM2を補間する。即ち、次式(16)、(17)により画像データDM1及びDM2が算出される。

【0033】

い場合には、実際には隣接アドレスの画像データが読み出され、これらにより補完されて、実質的に (xnt, ynt) の画像データを読み出すのと同等の効果が得られることになる。尚、 xnt 、 ynt が共に整数の場合には、 $INT(xnt) = xnt$ 、 $INT(ynt) = ynt$ となり、 $g = xnt - INT(xnt) = 0$ 、 $h = ynt - INT(ynt) = 0$ 、 $DM1 = D1$ 、 $DM2 = 0$ となり、 $D = D1$ となる。即ち、最終的に補間回路6から出力される画像データは、 (xnt, ynt) のアドレスの画像データ自体となり、補間動作は実質的には不要となる。

【0037】前記実施例では、画像メモリ5に記憶される画像データは映像信号の撮像素子の各画素毎に記憶されるとして説明したが、複数の画素からなる画素群毎のデータとしてもよいことは言うまでもない。

【0038】以上のように、画像メモリ5からの画像データの読み出し時に、読み出しアドレスを歪み補正の為に逆変換し、更に撮像素子の四辺中の最も近い点が歪み補正により伸長した分を縮小して元の位置まで戻して、

従来捨てられていた領域の画像データを有効にすることで、縮小された画面と同一の画面を従来の歪み補正のみで映出した場合、捨てられて領域中の有効となった分の画像データにより解像度が良くなる。

【0039】

【発明の効果】 上述の如く本発明によれば、歪み補正を実行するに際して、単に理論式通りに歪み分を伸長させるだけでなく、更に電子ズームにより縮小を加えることで、歪み補正により失われる画像情報を最小限に抑えることが可能になり、画像の劣化を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の回路ブロック図である。

【図2】 従来例の回路ブロック図である。

【図3】 糸巻き型の歪みを説明する図である。

【図4】 たる型の歪みを説明する図である。

【図5】 歪み補正を説明する図である。

*

* 【図6】 撮像素子の四辺の中で光学中心Mから最も近い点A'での歪み補正を説明する図である。

【図7】 本発明の一実施例に係わり、歪み補正及び縮小変換を説明する図である。

【図8】 本発明の一実施例に係わり、歪み補正及び縮小変換後の捨てられる撮像領域を示す図である。

【図9】 本発明の一実施例に係わり、変換アドレス発生回路13の要部ブロック図である。

【図10】 本発明の一実施例に係わり、補間回路6での補間動作を説明する図である。

【符号の説明】

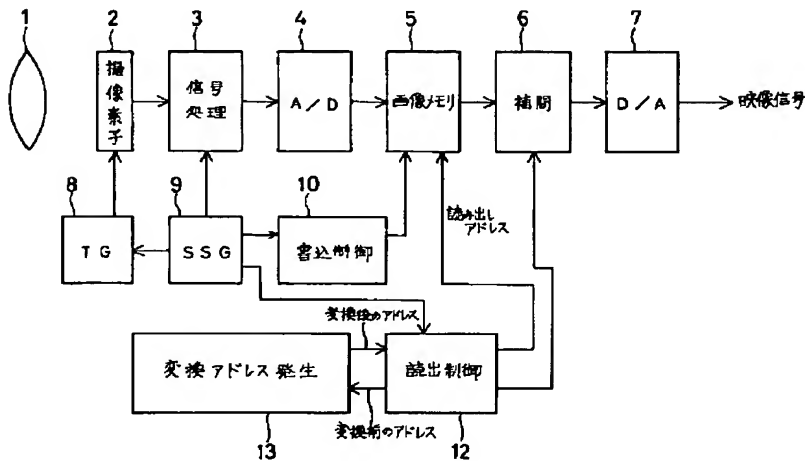
2 撮像素子

5 画像メモリ

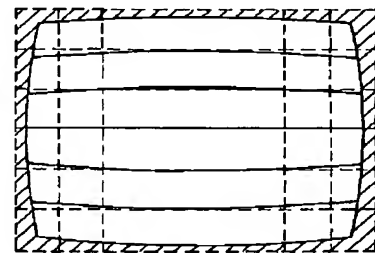
12 読み出し制御回路

13 変換アドレス発生回路

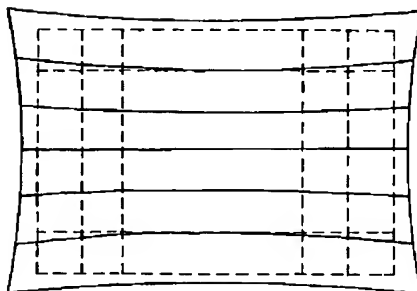
【図1】



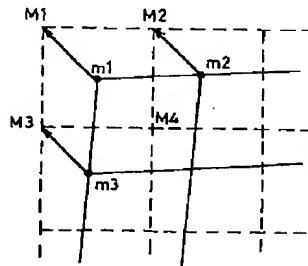
【図4】



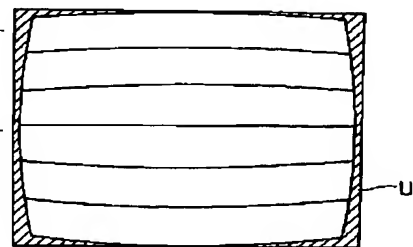
【図3】



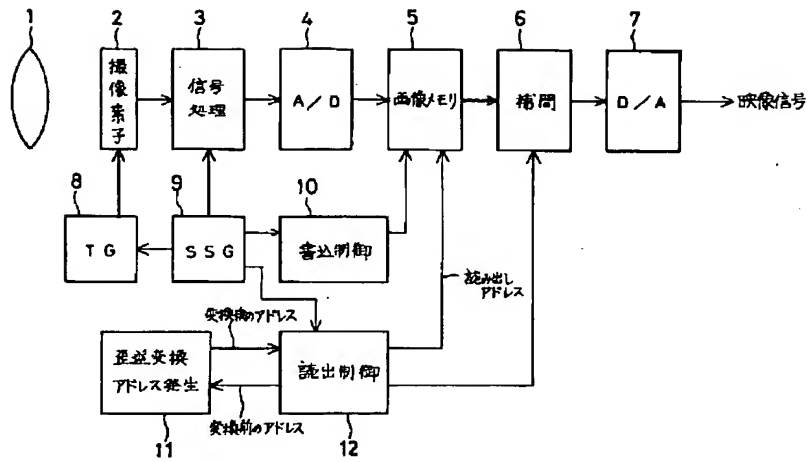
【図5】



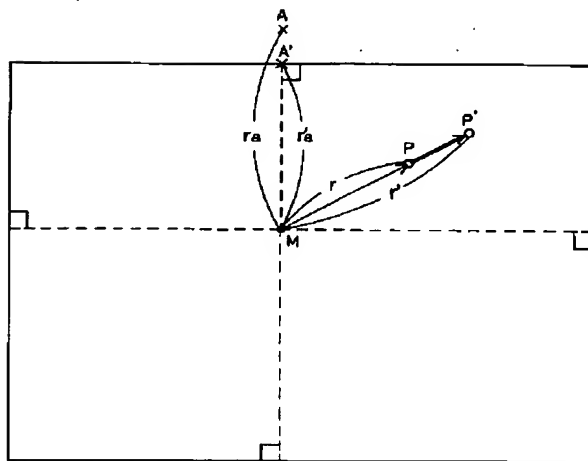
【図8】



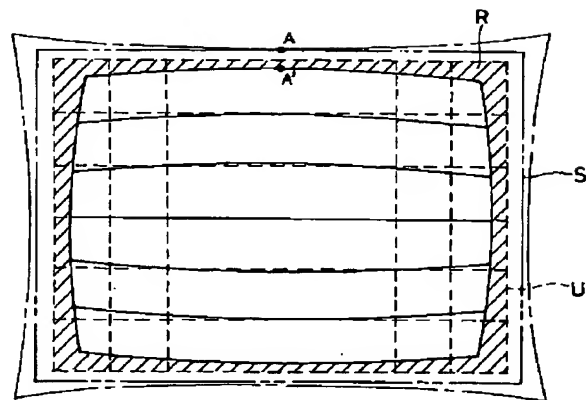
【図2】



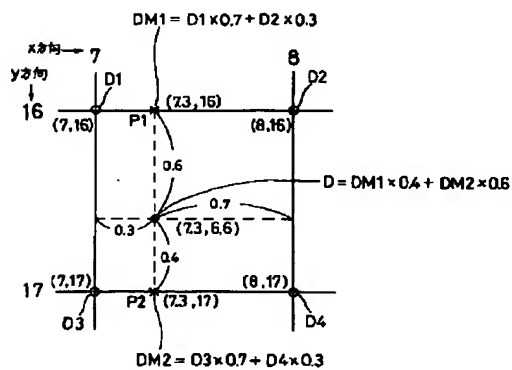
【図6】



【図7】



【図10】



【図9】

